Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.3, Fall 2021, P. 331-339
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۳۳۹-۳۳۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

اثر طیف‌های مختلف نور بر صفات مورفولوژیکی و میزان هیپریسین در گل راعی (*Hypericum perforatum* L.)

ژاله زندوی فرد[1]*- مجید عزیزی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۶

چکیده

گل راعی به دلیل خواص ضدافسردگی بارز، یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی است. کمیت و کیفیت نور اثر به سزایی بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی، رشـــد و نمو کلی گیـاه و تولیـد متابولیت‌های ثانویه دارد. به‌طوری‌که با تغییرات کمی و کیفی نور می‌توان رشـــد گیاه را در جهت دلخواه دستکاری نمود. در این پژوهش اثر طیف‌های مختلف نور با شـدت ۱۰۰۰ لوکس شامل نور سفید، قرمز، سبز و آبی که با فیلترهای رنگی ایجاد شده بر صـفات مورفولوژیکی و میزان هیپریسـین در گیاهچه‌های گل راعی (*Hypericum perforatum* L.) مورد مطالعه قرار گرفت. این آزمایش بصورت طرح کاملاً تصـادفی با ۱۰ تکرار در جعبه‌هایی به ابعاد ۲۰×۳۰ و با نشاهایی به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر انجام شد. آزمایش در اطاقک رشد به‌ترتیب با دمای روز و شب ۲۵ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۴۵ درصد، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی ادامه یافت. نتایج نشان داد که بیشترین میانگین تعداد برگ، وزن تر و خشـک پیکر رویشـی و ریشـه به گیاهان تیمار شـده با نور سـفید اختصـاص دارد. در صـفات ارتفاع گیاه، طول میانگره و تعداد گرهک‌های سـیاه برگ بیشـترین میانگین‌ها به ترتیب (۲۲/۹۸ سـانتی متر، ۱/۲۳ سانتی متر و ۱۷/۷۷ عدد) مربوط به نور قرمز و کمترین میانگین‌ها به ترتیب (۱۶/۳۷ سانتی‌متر، ۰/۷۲ سانتی‌متر و ۱۳/۸۸ عدد) مربوط نور سفید بود. بیشترین تا کمترین مقدار هیپریسین (۰،۰۸، ۰،۰۷، ۰،۰۵و ۰،۰۳ درصد) به ترتیب در گیاهچه‌های تحت تیمار با فیلترهای نوری قرمز، سـفید، آبی و سبز مشاهده شد. بدین ترتیب جهت رشد بهینه گیاهچه‌های گل راعی به طول موج‌های مختلف نوری در طی دوره رشدی گیاه، نیاز است.

واژه‌های کلیدی: صفات مورفولوژیکی، کیفیت نور، گیاهان دارویی، متابولیت ثانویه

مقدمه

گل راعی با نام علمی *Hypericum perforatum* L. متعلق به تیره گل راعی Hypericaceae است. این گیاه با نام انگلیسی Goat weed یا St.Johns wort شـــناخته می‌شـــود. این خانواده گیاهی شـامل ۵۰ جنس و ۱۲۰۰ گونه است. جنس هایپریکوم با ۴۵۰ گونه از انواع درختچه‌های همیشـه سبز و خزان‌کننده، بوته‌های علفی دائمی و چوبی، بزرگترین جنس متعلق به تیره گل راعی است. اما در ایران فقط دارای ۱۷ گونه اســت که تنها گونه‌ی با ارزش آن *H. perforatum* می‌باشد. منشأ آن بیشتر مناطق معتدله اروپا، آسیا، کانادا و استرالیا ذکر شـده است. در ایران نیز در نواحی شمالی به خصوص اردبیل، آستارا و گرگـان بـه صـــورت خودرو در مراتع دیده می‌شـــود (۱۹). مطالعات گوناگونی در زمینه‌های گیاهشـــناســـی، اکولوژی و غیره در مورد گل راعی صـورت گرفته است که مبین دائمی بودن رشد رویشی بطئی در سـال اول و رشد اصلی و گلدهی از سال دوم به بعد می‌باشد (۸). این گیاه پایا، ریزوم‌دار، تتراپلوئید، روزبلند و مقاوم به سـرما اسـت. ساقه‌ی آن استوانه‌ای با مقطع عرضی دو گوش است، که آن را از سایر گونه‌ها متمایز می‌کند (۱). از مشـخصـه‌های دیگر گیاه علف چای وجود غدد رنگی به صـورت نقاط ریز و پراکنده بر روی اندام این گیاه اسـت. بر روی برگ‌ها دو نوع لکه دیده می‌شـود، لکه‌های روشـن که در تمام سطح برگ گسترش دارند و با قرار دادن برگ‌ها در برابر نور به وضوح قابل مشـاهده هسـتند. این نقاط روشـن محل تجمع اسـانس و رزین هسـتند. نقاط روشن، کیسه‌های ترشحی شیزوژن هستند که از اپیدرم فوقانی تا اپیدرم تحتانی برگ را اشغال کرده‌اند. علاوه بر نقاط مذکور، لکه‌های تیره رنگی که درواقع، غده‌های ترشـحی محتوی شیره قرمز

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری فیزیولوژی و اصلاح گیاهان دارویی و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:zh.zandavifard@gmail.com)
DOI: 10.22067/jhs.2021.57256.0

مایل به قهوه‌ای هستند بر روی برگ‌ها مشاهده می‌شوند که محل ساخت و تجمع هیپریسین است. این لکه‌ها بر روی گلبرگ‌ها، کاسبرگ‌ها و خصوصاً بساک‌ها نیز وجود دارند (۲). مشخص شده که تنها در غده‌های جنس هایپریکوم ماده هیپرسین تولید می‌شود. محققان معتقدند که تولید هیپریسین با این غدد ارتباط دارد. تعداد غده رنگی با میزان هیپریسین در برگ ارتباط بسیار نزدیکی دارد. هیپریسین ترکیب بیوشیمیایی کلیدی مورد استفاده برای تعیین کیفیت گل راعی می‌باشد. ترکیب هیپریسین موجود در گیاه علف چای از زمان‌های بسیار دور در طب کاربرد داشته است و امروزه برای تولید داروهایی با اثرات ضد افسردگی، ضد ویروسی، ضد رتروویروسی، ضد التهابی، التیام زخم و سوختگی، درمان سر دردهای مزمن و سرطان در بازار جهانی با افزایش تقاضا روبه رو است (۱۶). گل راعی به عنوان دومین داروی پرمصرف در درمان افسردگی در سراسر جهان که سالانه دو میلیارد یورو گردش مالی مربوط به استفاده از این دارو در اروپاست، شناخته شده است (۶).

رشد گیاهان و تولید متابولیت‌های ثانویه به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. نور یکی از عوامل محیطی مهم و تأثیرگذار بر رشد و فیزیولوژی گیاهان می‌باشد. طول موج فعال فتوسنتزی، دامنه کوچکتری از نور مرئی را شامل می‌شود که ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است. دو قسمت از آن دارای اهمیت می‌باشند که شامل طیف نور آبی و طیف نور قرمز است. نور آبی بر ارتفاع گیاه و نور قرمز بر طویل شدن ساقه و ساخته شدن مواد پرورده اثر دارد. طیف نورهای زرد، سبز، نارنجی تأثیری بر ساخته شدن مواد پرورده ندارند (۱۳). کمیت و کیفیت نور بر تعیین این صفات اثرگذار است. بدین ترتیب در گلخانه ممکن است به افزودن نور مصنوعی جهت تأمین نور کافی برای رشد گیاه احتیاج باشد. انواع مختلفی از نورهای مصنوعی وجود دارد که با تغییر در طیف نور ایجاد می‌شود و فرایند فتوسنتز هم در نور طبیعی و هم نور مصنوعی امکان‌پذیر می‌باشد. مقدار استفاده برگ از نوری که دریافت می‌کند به شدت و کیفیت نور، فاصله برگ از منبع، رنگیزه‌های موجود در برگ و همچنین مدت تابش نور و سن برگ، ساختار برگ و مقدار کلروفیل آن بستگی دارد. نتایج مطالعه آزمایشگاهی نشان داد که سه خصوصیت رنگ، شدت و طول مدت نور بر رشد گیاه مؤثر است، به طوری‌که نسبت نور قرمز به قرمز دور متأثر از طول مدت و جریان فوتن تیمارهای نور بوده و نمو و تولید آنتوسیانین را بطور معنی‌داری در بررسی اثر شدت نور بر گلرنگ تحت تأثیر قرار داده است (۱۰). تغییر در کیفیت نور می‌تواند به وسیله قراردادن گیاهان در معرض دیودهای تک رنگ (۱۱) یا پوشاندن تونل‌ها و گلخانه‌ها با فیلم‌های انتخابگر نور (۹) و استفاده از لامپ‌های مختلف با طول موج‌های متفاوت به ویژه در سیستم‌های بسته پرورش نشاء، ایجاد می‌شود.

از آنجا که ترکیب هیپریسین و پزدوهیپریسین جزء رنگدانه‌های فعال نوری در گیاه هستند با تغییر کیفیت نور می‌توان علاوه بر رشد و نمو گیاهان میزان این مواد را تحت تاثیر قرار داد. در پژوهشی مشخص گردید که میزان فتوسنتز برگ گیاهان اسفناج، تربچه و کاهو تحت نور لامپ ال‌ای‌دی قرمز تنها یا همراه با ۱۰ درصد نور آبی کمتر از نور لامپ فلورسنت سفید است (۱۸). در پژوهش دیگری مشاهده شد که نور سبز باعث بسته شدن روزنه برگ گیاهان می‌شود در حالی که نور آبی و قرمز، باز شدن روزنه را افزایش می‌دهد (۲۰). همچنین در گیاهان کاهو و گل همیشه بهار کاربرد نور سبز منجر به کاهش تعداد برگ، طول میانگره و تأخیر در گلدهی شد (۷). در پژوهشی مشاهده شد که استفاده از فیلم گزینشگر نور آبی وزن خشک برگ‌ها و ساقه را در گیاه داوودی کاهش داد (۱۴). طول ساقه بادمجان قرار گرفته در معرض نور آبی نسبت به نور قرمز و سبز، افزایش قابل توجهی داشت در حالی‌که نور آبی باعث کاهش طول میانگره‌ها و توقف رشد ساقه در کاهو گردید که این موضوع نشان داد نوع عکس‌العمل نسبت به طول موج‌های مختلف نور به گونه‌های گیاهی بستگی دارد (۵). این پژوهش با هدف بررسی اثر طول موج‌های مختلف نوری بر شاخص‌های رشدی و میزان تولید هیپریسین در گیاه گل راعی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

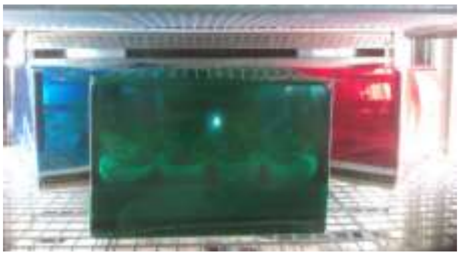
این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۲ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار (چهار طیف نوری قرمز، آبی، سبز و سفید) و ۱۰ تکرار در اطاقک رشد صورت پذیرفت. در این تحقیق از بذور گل راعی جمع‌آوری شده از گلخانه تحقیقاتی واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه استفاده گردید. به منظور کشت غیرمستقیم، بذور پس از ۲۴ ساعت شست وشو در آب جاری (۱) در گلدان‌های ۱۰ کیلویی کشت شدند. به دلیل رشد کند گیاهچه‌های گل راعی، ۱۰۰ روز پس از کشت بذر، نشاها به اندازه مناسب برای انتقال رسیدند. نشاها به گلدان‌های ۲۵۰ گرمی (دو نشاء در هر گلدان) منتقل شدند. درون هر جعبه‌ی ساخته شده از چهار فیلتر رنگی قرمز، آبی، سبز و سفید، ۱۰ واحد آزمایشی قرار گرفت و به اتاقک رشد مجهز به لامپ مهتابی فلوئورسنت با شدت نوری ۱۰۰۰ لوکس منتقل گردیدند. دمای اطاقک رشد بر ۲۵ درجه سانتی‌گراد دمای روز و ۲۱ درجه سانتی‌گراد دمای شب تنظیم شد و طول دوره نوری بر ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تنظیم گردید. رطوبت نسبی اطاقک طی آزمایش ۴۵ درصد بود. نشاها به مدت ۵۰ روز درون اطاقک رشد قرار گرفتند. آبیاری در حد نیاز و به صورت سه روز یک‌بار انجام گرفت. پس از پایان آزمایش، پارامترهای مورفولوژیکی گیاهچه‌ها از جمله ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، تعداد برگ، تعداد و طول میانگره، وزن تر و خشک پیکر رویشی و

ریشه اندازه‌گیری شدند. وزن تر پیکر رویشی و ریشه با ترازوی دقیق ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در شرایط خشک‌کن، خشک شدند و وزن خشک نمونه‌ها به دست آمد. جهت شمارش تعداد گره‌های سیاه، بخش‌های بالایی، میانی و پایینی گیاهچه‌ها به صورت جداگانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت استخراج هیپریسین و اندازه‌گیری آن از روش اسپکتروفتومتری و براساس روش توصیه شده در فارماکوپه آمریکا و فارماکوپه مجارستان (۳) استفاده گردید. مقدار نیم گرم پودر سرشاخه گلدار خشک شده را با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن نموده و پس از قرار دادن در کاغذ صافی با استفاده از کلروفرم در دستگاه سوکسله، کلروفیل آنها حذف شد. عمل حذف کلروفیل تا زمانی ادامه یافت که دیگر هیچ کلروفیلی از نمونه‌ها استخراج نگردید و رنگ حلال موجود در مجاورت نمونه، شفاف شد. این مرحله از آزمایش بسته به میزان کلروفیل نمونه‌ها بین چهار تا پنج ساعت بطول انجامید. پس از حذف کلروفیل کاغذ صافی حاوی نمونه را از سوکسله خارج نموده و در هوای آزاد قرار داده تا کلروفرم باقی مانده در آن تبخیر گردد و نمونه گیاهی کاملاً خشک و عاری از بوی کلروفرم شود. پس از این مرحله بار دیگر با استفاده از سوکسله و حلال استن، هیپریسین نمونه‌ها استخراج گردید. عصاره‌های تهیه شده در دستگاه روتاری (Rotary evaporator) در فشار کاهش یافته و دمای ۴۵ درجه تا حد امکان، تغلیظ و سپس با متانول تا حجم ۲۵ سی‌سی رقیق شدند. میزان جذب هیپریسین در طول موج ۵۹۲ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد و با استفاده از فرمول زیر درصد هیپریسین هر نمونه تعیین گردید (۳).

$$C=E\times 100/K.g$$

در این فرمول، C= درصد هیپریسین، E= میزان جذب در ۵۹۲ نانومتر، K= ضریب ثابت ۷۱۸و g= وزن خشک نمونه می‌باشد.

آنالیز آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. نمودارها با نرم‌افزار EXCEL 2010 رسم گردید.



شکل ۱- گیاهچه‌های گل راعی پرورش یافته در اتاقک رشد به مدت ۵۰ روز

Figure 1- St. John's wort plantlets grown for 50 day in a growth chamber

نتایج و بحث

تأثیر طیف‌های مختلف نور بر رشد و صفات مورفولوژیکی:

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر طیف‌های نوری مختلف بر صفات مورفولوژیکی در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج حاکی از آن است که صفات ارتفاع گیاه، تعداد برگ، طول میانگره، وزن تر ریشه، وزن خشک پیکر رویشی و وزن خشک ریشه بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای نوری قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین صفات در جدول ۲ نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین ارتفاع بوته به ترتیب مربوط به فیلتر نور سفید و قرمز است. علت افزایش ارتفاع گیاه با نور قرمز به تغییر در سطوح تنظیم کننده‌های رشد بر می‌گردد. نور قرمز و آبی با تغییر سطح جیبرلین در گیاه بر طویل شدن ساقه گیاه تأثیر می‌گذارند. سطوح بالای ترکیبات شبه جیبرلینی در گیاهان تیمار شده با نور قرمز دور تأییدکننده این مطلب است (۱۵). نور قرمز (۶۴۰–۶۸۰ نانومتر) فیتوکروم‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در فتوسنتز، رشد ساقه، گلدهی و میوه‌دهی بسیار اهمیت دارد (۱۲). حداقل تعداد برگ مربوط به فیلتر آبی و حداکثر تعداد برگ مربوط به فیلتر سفید بود. نور آبی (۴۳۰–۴۵۰ نانومتر) قادر به مهار رشد طولی، بازشدن روزنه و تنظیم رشد گیاهچه است. نور آبی بر تشکیل کلروفیل، فرایند فتوسنتز تأثیر می‌گذارد و از طریق سیستم کریپتوکروم‌ها و فیتوکروم‌ها، پاسخ فتومورفوژنیکی افزایش می‌یابد. این طول موج رشد رویشی را از طریق رشد ریشه قوی و تشدید فتوسنتز ترغیب می‌کند و اغلب به عنوان نور مکمل برای دانهال‌ها و گیاهان جوان در مرحله رشد رویشی از چرخه رشد آن‌ها استفاده می‌شود (۴ و ۱۷). گیاهچه‌های مورد مطالعه در صفت طول میانگره نیز اختلاف معنی‌داری داشتند که در این بین میانگین طول میانگره برای نور سفید از فیلترهای نوری قرمز، آبی و سبز کمتر بود. همچنین نتایج نشان دادند که فیلترهای مختلف نوری بر وزن تر و خشک پیکر رویشی و ریشه اثر معنی‌داری دارد به‌طوری‌که بیشترین وزن تر و خشک پیکر رویشی و ریشه در گیاهچه‌های زیر فیلتر سفید مشاهده شد و فیلترهای قرمز، آبی و سبز در این صفت اختلاف معنی‌داری نشان ندادند که حاکی از جابه‌جایی ترکیبات فتوسنتزی تحت تأثیر کیفیت نور است. نور قرمز و آبی در انتهای بالایی برگ جذب می‌شوند که در مقایسه با نور سبز در فتوسنتز در این بخش کاراتر هستند. و نور سبز در بخش‌های پایینی برگ در فتوسنتز مؤثرتر است. نور سبز (۵۰۰–۵۵۰ نانومتر) گاهی اوقات به عنوان ابزاری برای تحریک پاسخ‌های گیاهی خاص مانند کنترل روزنه‌ای، نورگرایی، فتومورفوژنیک و سیگنال‌های محیطی استفاده می‌شود (۱۷).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر طیف‌های مختلف نور بر صفات مورفولوژیکی گل راعی

Table 1- ANOVA for the effect of different light wavelengths on morphological traits of *Hypericum perforatum*

منابع تغییر Source of Variations	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات Mean squares								
		ارتفاع گیاه Plant height (cm)	تعداد شاخه No. of stem/Plant	تعداد برگ No. of leaf/Plant	تعداد میانگره No of Internode/Plant	طول میانگره Internode length (cm)	وزن تر بوته Shoot fresh weight (g	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	وزن خشک بوته Shoot dry weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)
تیمار Treatment	3	93.19**	1.09ns	1952.03*	5.09 ns	0.43 **	0.115*	0.21**	0.006*	0.008*
خطا Error	36	13.8	0.93	961.88	6.90	0.03	0.049	0.02	0.002	0.0008

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد. ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد. ns عدم معنی‌داری.

* and ** significant at p≤ 0.05, p≤ 0.01, respectively and ns nonsignificant.

جدول ۲- تأثیر طیف‌های مختلف نور بر صفات مورفولوژیکی گل راعی

Table 2- The effect of different light wavelengths on morphological traits in *Hypericum perforatum* L.

تیمار Treatment	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	تعداد برگ No. of leaf/Plant	طول میانگره Internode length (cm)	وزن تر بوته Shoot fresh weight (g)	وزن خشک بوته Shoot dry weight (g)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)
نور قرمز (Red)	22.98a	72.60ab	1.23a	0.40b	0.08b	0.06b	0.01b
نور آبی (Blue)	22.11ab	67.00b	1.05a	0.47ab	0.08b	0.09b	0.01b
نور سبز (Green)	18.70bc	74.10ab	1.06a	0.43ab	0.08a	0.13b	0.02b
نور سفید (white)	16.37c	98.50a	0.73a	0.64a	0.13a	0.38a	0.08a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون از نظر آزمون توکی دارای اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different using Tukey's test ($p<0.05$).

تأثیر طیف‌های مختلف نور بر تعداد گرهک‌های سیاه برگ و میزان هیپریسین: نتایج تجزیه واریانس اثر طیف‌های نوری مختلف بر تعداد گرهک‌های سیاه و مقدار هیپریسین در سه بخش مختلف گیاهان تحت تأثیر تیمارهای نوری ارائه شده است (جدول ۳). آنالیز نتایج حاصله نشان می‌دهد که تیمارهای نوری بر تعداد گرهک‌های سیاه برگ‌های یک سوم میانی و بالایی گیاهچه‌ها و همچنین میزان هیپریسین تأثیر معنی‌داری دارند (جدول ۴). گیاهچه‌های تحت تیمار با فیلتر قرمز دارای بیشترین تعداد گرهک سیاه در برگ‌های بخش میانی بوته بودند. در برگ‌های یک سوم بالایی گیاهچه‌ها، فیلترهای قرمز، آبی و سبز نسبت به فیلتر سفید دارای بیشترین تعداد گرهک سیاه بودند. بیشترین میزان هیپریسین، به ترتیب مربوط به فیلترهای نوری قرمز، سفید، آبی و سبز بود (شکل ۳).

هیپریسین و پسودوهیپریسین به عنوان ترکیبات آللوشیمیایی دفاعی در گل راعی عمل می‌کنند. این ترکیبات شیمیایی در گرهک‌های سیاه قرار دارند. مشخص شده است که غلظت هیپریسین و پسودوهیپریسین با تعداد گرهک سیاه همبستگی دارد. زمانی‌که تولید کربن در مقایسه با تقاضای کربن افزایش یابد منجر به تولید مقادیر بالایی از هیپریسن و پسودوهیپریسین می‌شود. احتمالاً به دلیل افزایش تولید کربن توسط گیاه با افزایش تحریک در غدد سیاه به عنوان محل‌هایی برای بیوسنتز هیپریسین و پسودوهیپریسین در گیاه عمل می‌کنند. به نظر می‌رسد در گیاهچه‌های تحت تیمار با فیلتر قرمز، مقدار کربن حاصل شده از فتوسنتز بیشترصرف بیوسنتز ترکیبات ثانویه می‌شود تا رشد گیاه. در واقع برای ترکیبات آللوشیمیایی کربن‌دار مانند ترپن‌ها و فنولیک‌ها چنین مسیر متابولیسمی برای توضیح این افزایش در متابولیت ثاویه وجود دارد (۲۱).

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر طیف‌های مختلف نور بر تعداد گرهک سیاه برگ و میزان هیپریسین در گل راعی

Table 3- ANOVA for the effect of different light wavelengths on leaf black nodule number and hypericin content in *Hypericum perforatum* L.

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات Mean squares میزان هیپریسین Hypericin content (%)	تعداد گرهک سیاه (برگ های پایینی) No. of black nodule/bottom leaves	تعداد گرهک سیاه (برگ های میانی) No. of black nodule/middle leaves	تعداد گرهک سیاه (برگ های بالایی) No. of black nodule/upper leaves
تیمار (Tretment)	3	0.001*	22.74*	16.10*	16.76*
خطا (Error)	36	0.00001	19.72	20.56	14.77

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد. ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد. ns عدم معنی‌داری.

* , ** and ns are significant at $p\leq 0.05$, $p\leq 0.01$ and not significant, respectively.

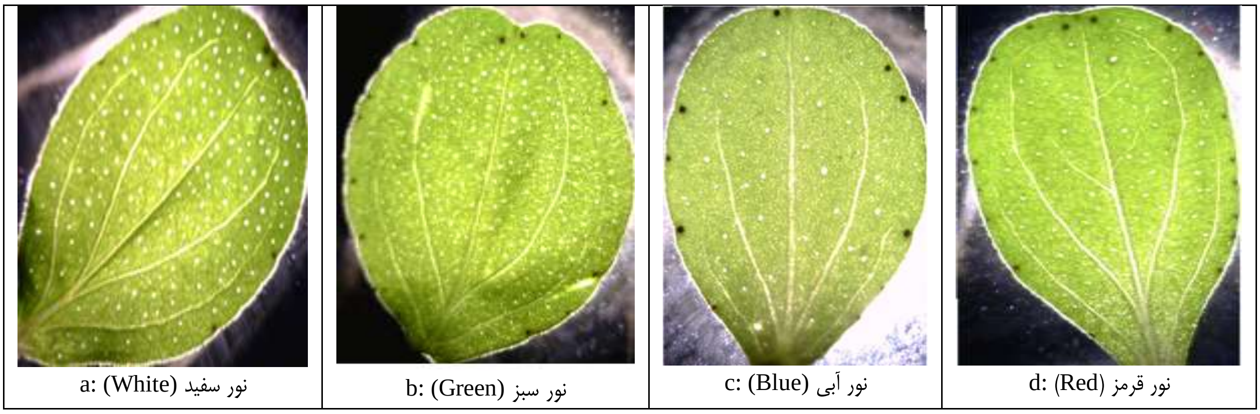
جدول ۴- اثر طیف‌های مختلف نور بر تعداد گرهک سیاه در برگ گل راعی

Table 4- The effect of different light wavelengths on black nodule number in *Hypericum perforatum* L. Leaf

تیمار Treatment	تعداد گرهک سیاه (برگ‌های میانی) No. of black nodule/middle leaves	تعداد گرهک سیاه (برگ‌های میانی) No. of black nodule/middle leaves
نور قرمز Red light	17.77^{a}	15.55^{a}
نور آبی Blue light	15.51^{b}	15.66^{aa}
نور سبز Green light	14.22^{b}	14.11^{a}
نور سفید White light	13.88^{b}	11.77^{b}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون از نظر آزمون توکی دارای اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different using Tukey's test ($p<0.05$).



شکل ۲- تعداد گرهک‌های سیاه در برگ‌های تحت تیمار با فیلترهای نوری در گیاه گل راعی

بیشترین تعداد گرهک سیاه به نور قرمز (d) و کمترین آن به نور سفید (a) تعلق دارد.

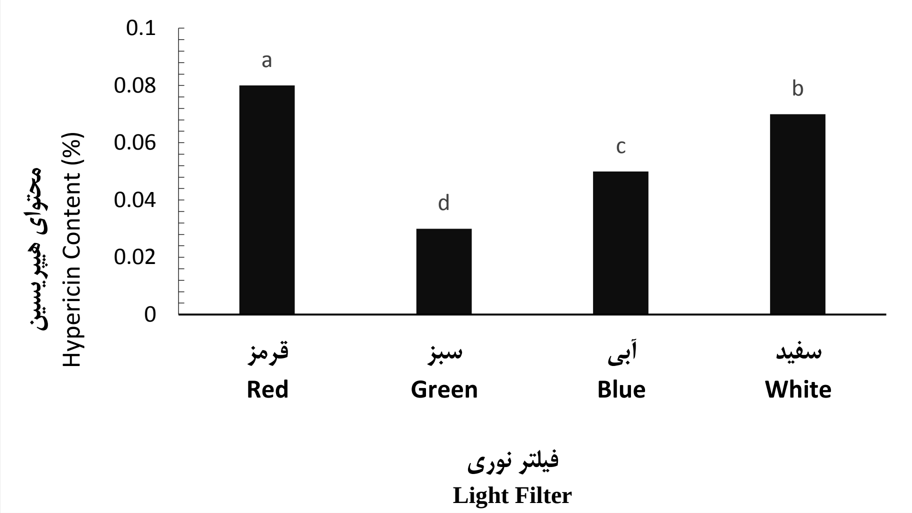
Figure 2- The number of black nodules on *Hypericum perforatum* L. leaves treated with light filters

Maximum and minimum number of black nodule were related to red and white lights, respectively.

نتیجه‌گیری

طیف‌های مختلف نور با تأثیر در سطوح هورمون‌های گیاهی و تغییر در مسیر متابولیت‌های اولیه و ثانویه منجر به تغییر در صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه می‌گردند. مراحل مختلف رشد گیاهان نیازمند طیف‌های نوری متفاوتی هستند. گیاهان در اوایل مرحله رشد رویشی نیازمند بخش آبی طیف نور هستند در حالیکه در مرحله گلدهی معمولاً به طیف قرمز متمایل به نارنجی احتیاج خواهند داشت. بیشترین جذب طیف نور توسط کلروفیل‌ها در محدوده رنگ‌های آبی (۴۰۰-۵۰۰ نانومتر) و قرمز (۶۰۰-۷۰۰ نانومتر) و توسط کاروتنوئیدها در ناحیه نور آبی صورت می‌گیرد. بنابراین گیاهان باید با

نورهـایی کـه دارای مجموعه‌ای از نورهای تک‌رنگ هســـتند و طول موج‌های مختلفی دارند، نوردهی شـوند تا بر سـرعت فتوســنتز افزوده گردد. کاربرد آمیخته‌های نوری در طی دوره پرورش نشـاء می‌تواند بر پرورش نشـاء قوی با پتانسـیل بالای تولید مواد مؤثره نقش به‌سزایی داشته باشد.



شکل ۳- تأثیر طیف‌های مختلف نور بر میزان هیپریسین در گیاهچه‌های گل راعی

Figure 3- The effect of different light wavelengths on hypericin content in *Hypericum perforatum* plantlet (Tukey's test, $p\leq0.05$)

منابع

1- Azizi M., and Omidbaigi R. 2002. Effect of NP supply on herb yield, hypericin content and cadmium accumulation of St. Johns Wort (*Hypericum perforatum* L.). Acta Horticulture 576: 267-277.

2- Bombardelli E., and Morazzoni P. 1995. *Hypericum perforatum*. Fitoterapia 66: 43-68.

3- Escop. 1996. Monographs on the medicinal use of plants drugs, fasicule1, *Hyperici herba*.

4- Eskins K., Duysen M., Dybas L., and McCarthy S. 1985. Light quality effects on corn chloroplast development. Agricultural of Research Service 77: 29-34.

5- Hirai T., Amaki W., and Watanabe H. 2006. Action of blue or red monochromatic light on stem internodal growth depends on plant species. Acta Horticulturae 711: 345-350.

6- Jiao Y., Grant C., and Baily L. 2004. Effects of phosphorus and zinc fertilizer on cadmium uptake and distribution in flax and durumwheat. Journal of the Science of Food and Agriculture 84: 777-785.

7- Klein R.M., Edsall P.C., and Gentile A.C. 1965. Effects of near ultraviolet and green radiations on plant growth. Journal of Plant Physiology 40: 903-906.

8- Lebaschi M., and Sharifi Ashourabadi A. 2003. The use of physiological indexes of growth in the application of *Hypericum perforatum*. Journal of Research and Development 65. (In Persian)

9- Li S., Rajapakse N.C., Young R.E., and Oi R. 2000. Growth responses of chrysanthemum and bell pepper transplants to photo-selective plastic films. Scientia Horticulturae 84: 215-225.

10- Mancinelli L. 1990. Interaction between light quality and light quantity in the photoregulation of anthocyaninproduction. Plant Physiology 92: 1191-1195.

11- Mortensen L.M., and Stromme E. 1987. Effects of light quality on some greenhouse crops. Scientia Horticulturae 33: 27-36.

12- Nishio J.L. 2000. Why are higher plants green Evolution of the higher plant photosynthetic pigment complement. Plant, Cell & Environment 23(6): 539–548.

13- Okamoto K., Yanagi T., and Kondo S. 1997. Growth and morphogenesis of lettuce seedlings raised under different combinations of red and blue light. Acta Horticulturae 435: 149-158.

14- Oyaert E., Volckaert E., and Debergh P.C. 1999. Growth of chrysanthemum under coloured plastic films with different light qualities and quantities. Scientia Horticulturae 79: 195-205.

15- Rajapakse N.C., Young R.E., McMahon M.J., and Oi R. 1999. Plant height control byphotoselective filters: current status and future prospects. HortTechnology Journal 9(4): 618-624.

16- Samsam Shariat H. 2003. Nourishment and Propagation of Medicinal Plants. Mani Publications. (In Persian)

17- Terashima I., Fujita T., Inoue T., Chow W.S., and Oguchi R. 2009. Green light drives leaf photosynthesis more efficiently than red light in strong white light: revisiting the enigmatic question of why leaves are green. Plant Cell Physiology 50: 684–697

18- Yorio N.C., Goins G.D., Kagie H.R., Wheeler R.M., and Sager J.C. 2001. Improving spinach, radish and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation. Journal of American Society for Horticultural Science 36(2): 380-383.

19- Zargari A. 1983. Medicinal Plants. Volume1. Tehran University Publications, Iran. (In Persian)

20- Zheng J., Hu M.J., and Guo Y.P. 2008. Regulation of photosynthesis by light quality and its mechanism in plants. Journal of Applied Ecology 19(7): 1619-1624.

21- Zobayed S., and Saxena P.K. 2004. Production of St. John’s wort plants under controlled environment for maximizing biomass and secondary metabolites. In Vitro Cellular Developmental Biology-Plant 40: 108–114.

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.3, Fall 2021, P. 331-339
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۳۳۹-۳۳۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Influence of Different Light Spectra on Morphological Traits and Hypericin Content in St. John’s Wort (*Hypericum perforatum* L.)

J. Zandavifard[1*]- M. Azizi[2]
Received: 25-10-2015
Accepted: 27-07-2016

Introduction: St. John’s wort (*Hypericum perforatum* L.) is a medicinal plant which used mainly in treatment of mild depression, neurological disorders and has been recently shown to have anticancer potential. The principle medicinal components of St. John’s wort are hypericin, pseudohypericin, and hyperforin. Light is one of the most important environmental factors affecting plant growth, survival, reproduction and distribution. The light quality, light intensity, duration and photoperiod directly affect plant growth. Light quality refers to the color or wavelength reaching the plant's surface. A prism (or raindrops) can divide sunlight into respective colors of red, orange, yellow, green, blue, indigo and violet. Red and blue have the greatest impact on plant growth. Green light is least effective (the reflection of green light gives the green color to plants). Blue light is primarily responsible for vegetative leaf growth. The principle objective of the current study was to evaluate the effects of different spectral quality including red, blue, green and white on the growth factors and production of hypericin.

Materials and Methods: This experiment was conducted on the basis of Completely Randomized Design with four treatments and 10 replications in the growth chamber in the Department of Horticulture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Iran. In this study, seeds were obtained from the research greenhouse of FUM. Seeds after soaking in running water for 24 hours were planted in small pots (250g). After the seedlings have reached to height of 25cm, each 10 pots were put inside the boxes (20×30cm) made of colored filters. Experiment continued in a growth chamber with day and night temperature 25 and 21°C, respectively, relative humidity 45%, 16 hours of light with the intensity of 1000 lux and 8 hours of darkness for 50 days. Then morphological parameters including plant height, number of stems, number of leaves, number and length of internodes, fresh and dry weight of shoot and root were measured. To count the number of black nodules, the upper, middle and lower parts of seedling were evaluated individually. Hypericin content of the *H. perforatum* plantlets were measured according to the previous work of Azizi & Omidbaigi, 2002. Data were analyzed statistically by using SAS and Excel software. The significant differences between means were assessed by Tukey’s test at $P < 0.05$.

Results and Discussion: The results showed that morphological parameters including plant height, leaf number, internode length, root fresh weight, dry weight of stem and root were affected significantly by light treatments. Minimum and maximum of plant height was related to white and red lights, respectively. Increasing plant height under the influence of red light was due to the variation in levels of growth regulators. Red and blue light by changing of the GA hormone level in the plant and affected elongation of plant stem. Minimum and maximum of leaf number was related to blue and white light respectively. Also, other morphological traits including internode length, fresh and dry weights of stem and root showed significant differences. Internode length for white light was less than red, green and blue light. Maximum of the fresh and dry weight of shoot and root of seedlings was observed under white light. Results suggest that photosynthetic compounds move in plant under the influence of light quality. Also the number of black nodules in three different parts of plant and hypericin content were compared in plantlets under the effect of light quality. Results analysis also confirmed that different lights had the significant impact on the number of black nodules in upper and middle leaves of *H. Perforatum* seedlings. Seedlings treated with the red light had the highest number of black nodules in the middle section of *H. perforatum*. In the top third of St. John’s wort seedlings, red, blue and green light was inducted the highest number of black nodules formation than white light. The highest level of hypericin was related to red, white, blue and green lights, respectively. The number of black nodules in the plant and the hypericin content have positive correlation. It seems that in the seedlings treated with the red light, carbohydrates made from photosynthesis most used in biosynthesis of secondary metabolites than plant growth. In fact, carbon allelochemical compounds such as terpenes and phenolics have such metabolism direction to explain the increasing in secondary metabolites.

Conclusion: Different light spectra affects plant hormones levels and with alteration in the primary and secondary metabolites lead to a change in the morphological and biochemical traits of plant. In general, it can commented that the quantity and quality of light is able to affect the growth and the active metabolites of medicinal plants and using red and white mixture of light during seedling growth period have an effective role on generation

1 and 2- Ph.D. Student of Medicinal Plants Physiology and Breeding and Professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: zh.zandavifard@gmail.com)
DOI: 10.22067/jhs.2021.57256.0

of more strong seedlings with higher potential production of active ingredients.

Keywords: Light quality, Medicinal plants, Morphological traits, Secondary metabolites